

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Tomohei SUGIYAMA; Kyoichi KINOSHITA; Takashi YOSHIDA; Hidehiro KUDO and Eiji KONO

Serial No.: TBA Group Art Unit: TBA

Filed: Herewith Examiner: TBA

For: METHOD OF MANUFACTURING A LOW EXPANSION MATERIAL AND SEMICONDUCTOR DEVICE USING THE LOW EXPANSION MATERIAL

**CLAIM TO CONVENTION PRIORITY**

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan  
In the name of: KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI  
Serial No(s): 2002-221092 and 2003-131402  
Filing Date(s): July 30, 2002 and May 9, 2003 respectively

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submits a duly certified copy of each of said foreign applications herewith.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: July 23, 2003

By: Steven F. Meyer  
Steven F. Meyer  
Registration No. 35,613

Correspondence Address:  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-221092

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-221092 ]

出 願 人

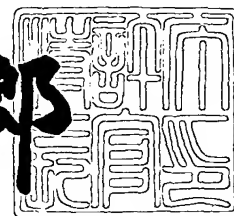
Applicant(s):

株式会社豊田自動織機

2003年 2月28日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3012299

特 2 0 0 2 - 2 2 1 0 9 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 K22816

【提出日】 平成14年 7月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 23/36

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

【氏名】 杉山 知平

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

【氏名】 木下 恭一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

【氏名】 吉田 貴司

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

【氏名】 工藤 英弘

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

【氏名】 河野 栄次

【特許出願人】

【識別番号】 000003218

【氏名又は名称】 株式会社豊田自動織機

人】

【識別番号】 100057874

【弁理士】

【氏名又は名称】 會我 道照

【選任した代理人】

【識別番号】 100110423

【弁理士】

【氏名又は名称】 會我 道治

【選任した代理人】

【識別番号】 100071629

【弁理士】

【氏名又は名称】 池谷 豊

【選任した代理人】

【識別番号】 100084010

【弁理士】

【氏名又は名称】 古川 秀利

【選任した代理人】

【識別番号】 100094695

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 憲七

【選任した代理人】

【識別番号】 100111648

【弁理士】

【氏名又は名称】 梶並 順

【選任した代理人】

【識別番号】 100109287

【弁理士】

【氏名又は名称】 白石 泰三

特 2 0 0 2 - 2 2 1 0 9 2

【選任した代理人】

【識別番号】 100117776

【弁理士】

【氏名又は名称】 武井 義一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000181

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 低膨張材料の製造方法及び低膨張材料を用いた半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金型内に未焼結の SiC 粉体を充填し、  
その金型内で Al あるいは Si 含有 Al 合金の溶湯を鋳造する  
ことを特徴とする低膨張材料の製造方法。

【請求項 2】 金型内への SiC 粉体の充填率、溶湯の Si 含有量及び鋳造  
温度を選択することにより  $10 \text{ ppm/K}$  以下の熱膨張係数及び  $200 \text{ W/m} \cdot \text{K}$   
以上の熱伝導率を有する低膨張材料を製造する請求項 1 に記載の低膨張材料の  
製造方法。

【請求項 3】 鋳造温度を溶湯の融点より  $50$  度以上高い温度とする請求項  
2 に記載の低膨張材料の製造方法。

【請求項 4】 互いに粒径の異なる少なくとも 2 種以上の SiC 粉体を金型  
内に最密充填する請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の低膨張材料の製造方法。

【請求項 5】 請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の製造方法により製造さ  
れた低膨張材料から形成された基板と、

前記基板の表面上に形成された絶縁層と、

前記絶縁層の表面上に接合された半導体素子と

を備えたことを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、低膨張材料の製造方法に係り、特に優れた熱伝導率を有しながら  
も熱膨張係数の小さな材料を製造する方法に関する。

また、この発明は、このような低膨張材料からなる基板を用いた半導体装置に  
も関している。

【0002】

【従来の技術】

従来の半導体装置の構成を図 5 に示す。Al から形成された基板 1 の表面上に

絶縁層 2 が形成され、この絶縁層 2 の表面に形成された図示しない配線層の上にはんだ 3 を介して半導体素子 4 が接合されている。

基板 1 は熱伝導率の優れた A l から形成されているため、半導体素子 4 で発生した熱は絶縁層 2 を経て基板 1 へ伝わった後、この基板 1 から効率よく外部へ放散される。

#### 【 0 0 0 3 】

ところが、半導体素子 4 に使用されている S i 等の半導体材料と基板 1 を形成する A l とでは、互いの熱膨張係数が大きく異なり、このため温度変化に対して基板 1 と半導体素子 4 との間に熱応力が発生することが知られている。熱応力が大きくなると、半導体素子 4 に反りが発生したり、半導体素子 4 を接合するはんだ 3 に亀裂を生じる虞がある。

そこで、例えば自動車等、温度差が激しい環境で使用される半導体装置においては、半導体素子 4 と絶縁層 2 との間にヒートスプレッド等の応力緩和材を組み付けることにより熱応力の緩和を図ることが行われている。

#### 【 0 0 0 4 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような応力緩和材の組み付けは、半導体装置の部品点数を増加して複雑化するだけでなく、半導体装置全体の熱抵抗が増加するという問題を引き起こしてしまう。

また、例えば特開 2 0 0 1 - 1 8 1 0 6 6 には、S i C 多孔体中に A l または A l 合金を含浸させて低熱膨張の複合材料を製造し、この複合材料からなる基板を用いることにより半導体装置内の熱応力を緩和することが提案されている。ところが、多孔体を形成するためには、S i C 粉体をバインダーと共に成形して焼結し、その後 S i C 多孔体中に溶融した A l または A l 合金を溶浸させる必要があり、製造工程が複雑化すると共に製造コストが高くなるという問題がある。

#### 【 0 0 0 5 】

この発明はこのような問題点を解消するためになされたもので、優れた熱伝導率を有しながらも熱膨張係数の小さな低膨張材料を容易に且つ低コストで得ることができる低膨張材料の製造方法を提供することを目的とする。

また、この発明は、このような低膨張材料を用いて熱応力を緩和した半導体装置を提供することも目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る低膨張材料の製造方法は、金型内に未焼結のSiC粉体を充填し、その金型内でAlあるいはSi含有Al合金の溶湯を鋳造する方法である。

金型内へのSiC粉体の充填率、溶湯のSi含有量及び鋳造温度を選択することにより10ppm/K以下の熱膨張係数及び200W/m・K以上の熱伝導率を有する低膨張材料を製造することができる。

なお、鋳造温度を溶湯の融点より50度以上高い温度とすることが好ましい。また、好ましくは、互いに粒径の異なる少なくとも2種以上のSiC粉体が金型内に最密充填される。

【0007】

また、この発明に係る半導体装置は、上記の方法により製造された低膨張材料から形成された基板と、基板の表面上に形成された絶縁層と、絶縁層の表面上に接合された半導体素子とを備えたものである。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。

実施の形態1.

実施の形態1に係る低膨張材料の製造方法においては、まず、金型の内部に未焼結のSiC粉体が充填される。このとき、互いに粒径の異なる少なくとも2種以上のSiC粉体を用いて金型内に最密充填すると、金型内のSiC粉体の充填率が高くなる。ここで、純Al (Al050) の熱膨張係数25.0ppm/Kに対してSiCの熱膨張係数は4.5ppm/Kであるので、SiC粉体の充填率を高めることによって、より小さな熱膨張係数を有する低膨張材料を製造することが可能となる。

このようにSiC粉体が充填された金型にAlあるいはSiを含有するAl合金の溶湯を注入して高圧鋳造することにより、低膨張材料が製造される。SiC



粉体の間に Al が溶浸するため、この Al によって伝熱経路が形成され、高い熱伝導率が得られる。

SiC 粉体を焼結することなく金型内に充填して Al あるいは Si 含有 Al 合金の鑄造を行うため、製造工程が簡略化するだけでなく、併せて製造コストの低減もなされることとなる。

#### 【0009】

##### 実施例 1

互いに粒径の異なる大小 2 種類の SiC 粉体を体積充填率 70% で金型内に充填し、金型内で純 Al (Al 050) の溶湯を高圧鑄造することにより低膨張材料を製造した。この低膨張材料の顕微鏡写真を図 1 に示す。大きな SiC 粉体の周りに小さな SiC 粉体が存在し、これら SiC 粉体の間に Al が溶浸している様子が示されている。この低膨張材料の物性を測定したところ、熱膨張係数は  $8.07 \text{ ppm/K}$ 、熱伝導率は  $261 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  であった。純 Al (Al 050) の熱膨張係数  $25.00 \text{ ppm/K}$  及び熱伝導率  $234 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  と比較すると、この実施例 1 で製造された低膨張材料は純 Al と同程度の優れた熱伝導率を維持しつつ熱膨張係数を大幅に低下したものであることが分かる。

#### 【0010】

##### 実施例 2

互いに粒径の異なる大小 2 種類の SiC 粉体を体積充填率 70% で金型内に充填し、金型内で Si 含有率 23 wt % の Al 合金 (AC9A) の溶湯を高圧鑄造することにより低膨張材料を製造した。この低膨張材料の顕微鏡写真を図 2 に示す。大きな SiC 粉体の周りに小さな SiC 粉体が存在すると共に析出した Si の存在が認められる。この低膨張材料の物性を測定したところ、熱膨張係数は  $6.26 \text{ ppm/K}$ 、熱伝導率は  $204 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  であった。Si は  $2.6 \text{ ppm/K}$  と低い値の熱膨張係数を有するため、鑄造時に析出した Si の存在により、極めて低い熱膨張係数を有する低膨張材料を実現することができた。

#### 【0011】

図 3 に Al-Si の平衡状態図を示す。この図 3 に示されるように、共晶点を超えると、Si の組成比が高まるほど液相温度が上昇する。そこで、鑄造時の S

i の析出による液相温度の上昇を考慮して、鑄造温度は溶湯の融点より例えば 50 度以上高い温度とすることが好ましい。

また、鑄造時の熱効率を高めるために、金型を予熱しておくことが好ましく、具体的には、Fe 製の金型を用いた場合には、金型／溶湯温度は 700／800℃～950／950℃に設定される。

#### 【0012】

このように、金型内への SiC 粉体の充填率、溶湯の Si 含有量すなわち溶湯の種類、及び鑄造温度を選択することにより、熱膨張係数 4.5 ppm/K の SiC と熱膨張係数 25.0 ppm/K の Al と熱膨張係数 2.6 ppm/K の析出する Si とを組み合わせ、使用目的に適応した所望の熱膨張係数、例えば 10 ppm/K 以下の熱膨張係数と 200 W/m・K 以上の熱伝導率とを有する低膨張材料の製造が可能となる。

#### 【0013】

実施の形態 2.

図 4 にこの発明の実施の形態 2 に係る半導体装置の構成を示す。上述した実施の形態 1 の方法により、例えば 10 ppm/K 以下の熱膨張係数及び 200 W/m・K 以上の熱伝導率を有する低膨張材料からなる基板 5 を形成する。この基板 5 の表面上に絶縁層 2 が形成され、絶縁層 2 の表面に形成された図示しない配線層の上にはんだ 3 を介して半導体素子 4 が接合されている。

#### 【0014】

基板 5 を形成している低膨張材料は半導体素子 4 に使用されている Si 等の半導体材料と大差のない小さな熱膨張係数を有しているため、半導体素子 4 と絶縁層 2 との間にヒートスプレッダ等の応力緩和材を組み付けなくても、温度変化に対して基板 5 と半導体素子 4 との間に大きな熱応力が発生することがない。従って、自動車等の温度差が激しい環境で用いても、半導体素子 4 に反りが発生したり、はんだ 3 に亀裂が生じる虞がなく、信頼性の高い半導体装置が実現される。

また、基板 5 は純 Al と同程度の高い熱伝導率を有しているので、放熱性の優れた半導体装置となる。特に、ヒートスプレッダ等の応力緩和材が不要となるので、半導体装置全体の熱抵抗の減少が可能となる。

【 0 0 1 5 】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、未焼結の S i C 粉体を充填した金型内で A l あるいは S i 含有 A l 合金の溶湯を鑄造するので、優れた熱伝導率を有しながらも熱膨張係数の小さな低膨張材料を容易に且つ低コストで製造することができる。

また、この発明に係る半導体装置は、上記の低膨張材料から形成された基板の表面上に絶縁層を形成すると共に絶縁層の表面上に半導体素子を接合したものであるため、ヒートスプレッダ等の応力緩和材を組み付けなくても、熱応力が緩和され、信頼性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施例 1 で製造された低膨張材料の顕微鏡写真である。

【図 2】 実施例 2 で製造された低膨張材料の顕微鏡写真である。

【図 3】 A l - S i の平衡状態図である。

【図 4】 この発明に係る半導体装置の構成を示す断面図である。

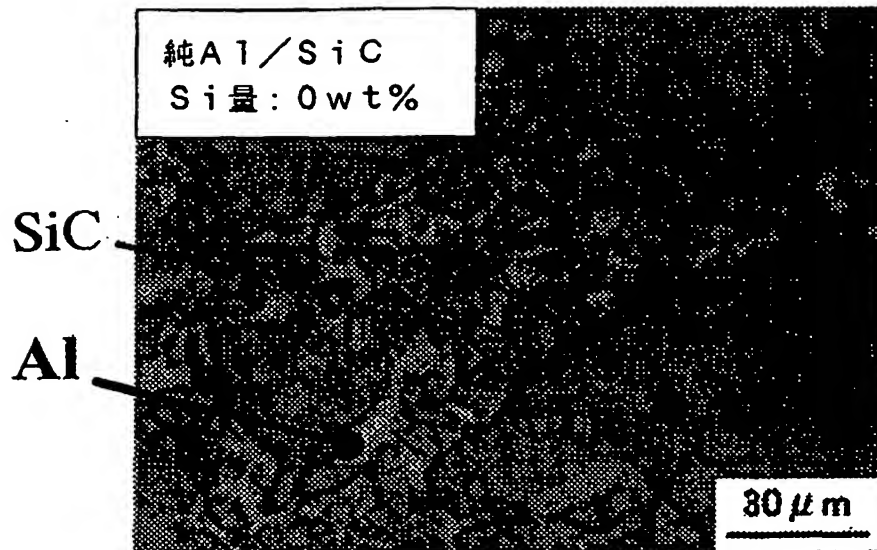
【図 5】 従来の半導体装置の構成を示す断面図である。

【符号の説明】

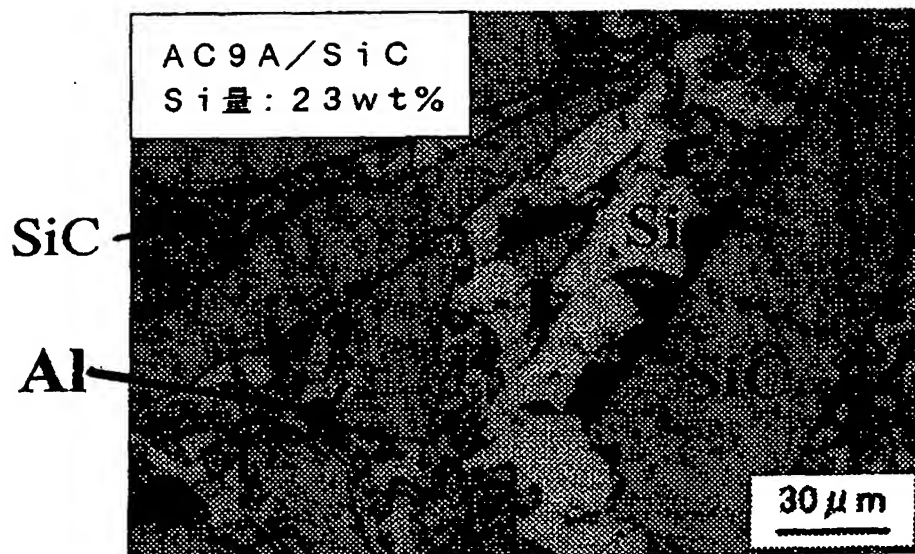
2 絶縁層、 3 はんだ、 4 半導体素子、 5 基板。

【書類名】 図面

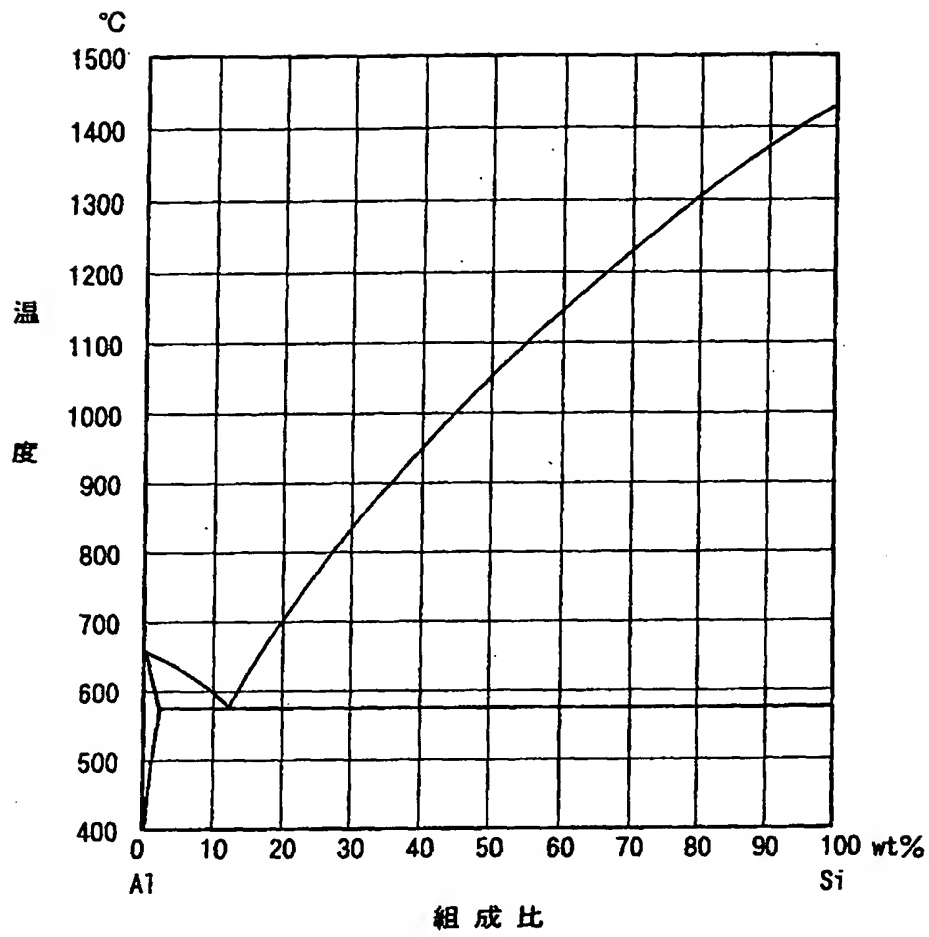
【図 1】



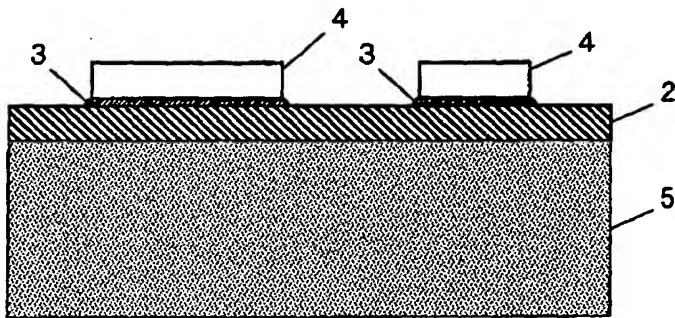
【図 2】



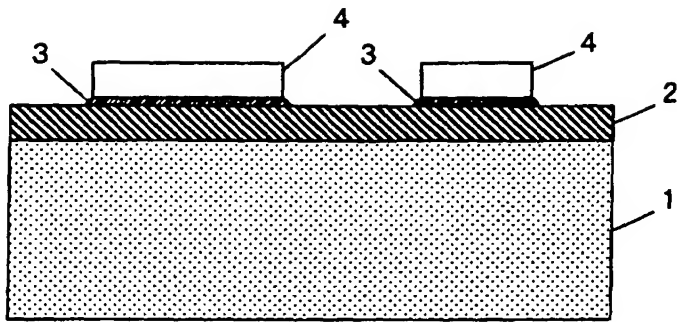
【図3】



【図4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 この発明は、優れた熱伝導率を有しながらも熱膨張係数の小さな低膨張材料を容易に且つ低コストで得ることができる低膨張材料の製造方法を提供することを課題とする。

【解決手段】 金型の内部に未焼結の SiC 粉体を充填し、この金型に Al あるいは Si を含有する Al 合金の溶湯を注入して高圧鑄造する。SiC 粉末及び鑄造時に析出した Si の存在により熱膨張係数の小さな低膨張材料が製造される。SiC 粉体の間に溶浸した Al によって伝熱経路が形成され、高い熱伝導率が得られる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 3 2 1 8 ]

|          |                     |
|----------|---------------------|
| 1. 変更年月日 | 2 0 0 1 年 8 月 1 日   |
| [変更理由]   | 名称変更                |
| 住 所      | 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 |
| 氏 名      | 株式会社豊田自動織機          |